



①9 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT

⑫ Offenlegungsschrift
⑩ DE 100 43 593 A 1

⑤① Int. Cl.⁷:
F 03 D 9/00
F 16 H 1/28

②① Aktenzeichen: 100 43 593.9
②② Anmeldetag: 1. 9. 2000
④③ Offenlegungstag: 28. 3. 2002

DE 100 43 593 A 1

⑦① Anmelder:
Renk AG, 86159 Augsburg, DE

⑦④ Vertreter:
Schober und Matthes, 86153 Augsburg

⑦② Erfinder:
Hösle, Helmut, 86420 Diedorf, DE; Hinz, Uwe, 25795
Weddingstedt, DE

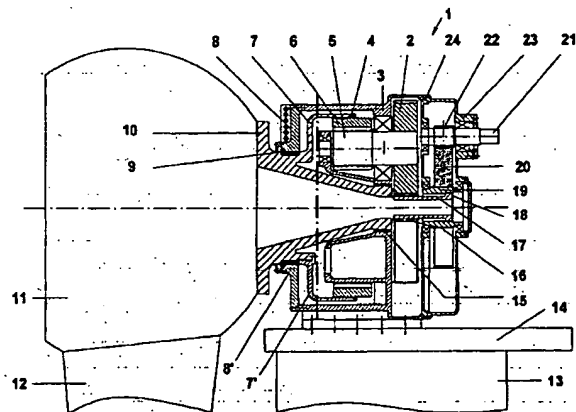
⑤⑤ Entgegenhaltungen:
DE 199 17 605 A1
DE 198 57 914 A1
DE 37 14 859 A1
WO 96 11 338 A1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤④ Getriebe für Windgeneratoren

⑤⑦ Getriebe (1) für Windgeneratoren mit einem Rotor (10), der über eine mehrstufige Planetengetriebeanordnung (6, 5, 2, 16) und eine Stirnradstufe (17, 19) mit einem Generator in Antriebsverbindung steht, wobei der Rotor (10) im Gehäuse (3, 8, 8') des Getriebes (1) gelagert ist und direkt am Rotor (10) ein Hohlradträger (7, 7') mit einem Hohlrad (6) angeordnet ist.
Das Getriebe (1) stellt einen kompakten Antrieb mit hoher Übersetzung für den Antrieb von Generatoren durch Windkraft dar und ermöglicht eine einfache Montage.



DE 100 43 593 A 1



⑮ **BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND**



**DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT**

⑫ **Offenlegungsschrift**
⑩ **DE 100 43 593 A 1**

⑤① Int. Cl. 7:
F 03 D 9/00
F 16 H 1/28

②① Aktenzeichen: 100 43 593.9
②② Anmeldetag: 1. 9. 2000
④③ Offenlegungstag: 28. 3. 2002

DE 100 43 593 A 1

⑦① Anmelder:
Renk AG, 86159 Augsburg, DE

⑦④ Vertreter:
Schober und Matthes, 86153 Augsburg

⑦② Erfinder:
Hösle, Helmut, 86420 Diedorf, DE; Hinz, Uwe, 25795
Weddingstedt, DE

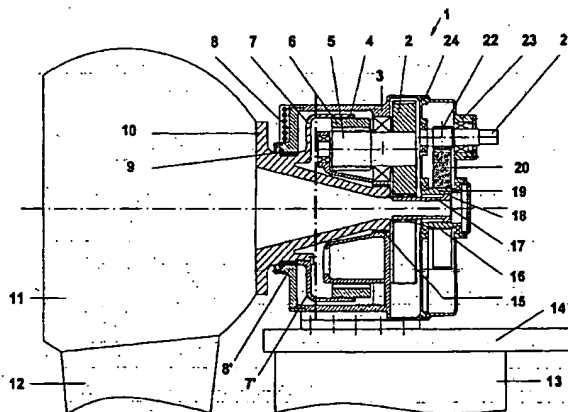
⑤⑥ Entgegenhaltungen:
DE 199 17 605 A1
DE 198 57 914 A1
DE 37 14 859 A1
WO 96 11 338 A1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤④ Getriebe für Windgeneratoren

⑤⑦ Getriebe (1) für Windgeneratoren mit einem Rotor (10), der über eine mehrstufige Planetengetriebearrangement (6, 5, 2, 16) und eine Stirnradstufe (17, 19) mit einem Generator in Antriebsverbindung steht, wobei der Rotor (10) im Gehäuse (3, 8, 8') des Getriebes (1) gelagert ist und direkt am Rotor (10) ein Hohlradträger (7, 7') mit einem Hohlrad (6) angeordnet ist.
Das Getriebe (1) stellt einen kompakten Antrieb mit hoher Übersetzung für den Antrieb von Generatoren durch Windkraft dar und ermöglicht eine einfache Montage.



DE 100 43 593 A 1

nach außen in den Getriebedeckel (8, 8') gelegt werden, wodurch sich eine große Stützbreite zwischen den Rotor-Lagern (9, 15) ergibt. Ohne konstruktiven Aufwand kann diese Stützbreite noch verlängert werden, indem lediglich der Rotor (10) und das Gehäuse (3) breiter gebaut werden.

[0018] Beide Lager (9, 15) sind als hydrostatische Gleitlager ausgeführt, die von einer nicht dargestellten Pumpe mit Öl versorgt werden können und somit eine Anfahrhydrostatik besitzen. Zum Anfahren der Anlage werden die Lager (9, 15) hydrostatisch angehoben, indem die elektrische Pumpe mit Strom aus dem angeschlossenen Netz betrieben wird. Mit steigender Drehzahl des Rotors (10) kann durch eine Steuerungs- und Regelungseinheit die Ölpumpe angesteuert werden und der Ölförderdruck gezielt reduziert bzw. abgestellt werden. Dadurch können die Lager (9, 15) gezielt einzeln mit der erforderlichen Schmierölmenge bzw. dem erforderlichen Öldruck versorgt werden. Es lassen sich somit Betriebszustände einstellen, bei denen der Öldruck im Schmierpalt teils hydrodynamisch und teils hydrostatisch oder rein hydrodynamisch aufgebaut wird.

[0019] In der oberen Hälfte der Figur ist der Hohlradträger (7) als einteiliges Stück zusammen mit dem Rotor (10) hergestellt, wodurch eine weitere kraftübertragende Fügestelle entfällt. Bei dieser Ausführung ist der Gehäusedeckel (8) mit einer Teilfuge versehen, die bei dem dargestellten Ausführungsbeispiel vertikal verläuft. Die vorzugsweise zwei Hälften des Gehäusedeckels (8) werden bei der Montage miteinander verschraubt.

[0020] Eine weitere Ausführung ist in der unteren Bildhälfte dargestellt. In dieser Variante ist der Hohlradträger (7) als separates Teil an den Rotor (10) angebaut. Dabei kann die Fügestelle formschlüssig, beispielsweise mittels Vielnut- oder Kerbzahnprofil oder auch kraftschlüssig, beispielsweise mittels Preß-/Schrumpfsitz, Schrumpfscheibe oder Kegelsitz ausgeführt werden. Kombinationen aus Form- und Kraftschluß, beispielsweise Paßfedern mit Schrumpfsitz der zylindrischen Wellen-/Nabenflächen sind auch denkbar. Im Falle eines Zusammenbaus des Hohlradträgers (7) mit dem Rotor (10) kann der Gehäusedeckel (8') einteilig ausgeführt werden.

[0021] In beiden Ausführungsbeispielen (Hohlradträger und Rotor ein- oder mehrteilig) ist das Hohlrad (6) an seiner Außenumfangsfläche über eine ballige Zahnkupplung (4) mit dem Hohlradträger (7, 7') verbunden. Diese ermöglicht dem Hohlrad (6) gegenüber dem Hohlradträger (7, 7') eine Winkelbeweglichkeit und eine axiale Verschiebbarkeit. Dadurch kann sich die Verzahnung des Hohlrads (6) auf den Planetenrädern (5) selbst zentrieren. Vorzugsweise besteht diese Zahnkupplung (4) aus einer balligen Außenverzahnung am Hohlrad (6), die mit einer geraden Innenverzahnung am Hohlradträger (7, 7') zusammenwirkt.

[0022] Ohne konstruktiven Mehraufwand lassen sich die Planetengetriebestufen (6, 5, 2, 16) mit Schrägverzahnungen ausführen, wobei sich die Axialkräfte der Planetenräder (5, 2) ausgleichen und die Vorteile wie ruhigere Laufeigenschaften oder höhere Tragfähigkeit von Schrägverzahnungen nutzbar sind. Die auf das Hohlrad (6) wirkenden Axialkräfte müssen in diesem Fall entweder in das Gehäuse (3) oder in den Rotor (10) eingeleitet werden.

[0023] Durch eine elastische Befestigung, die eine begrenzte axiale Beweglichkeit der Sonnenradwelle (17) zuläßt, können Antriebsschwankungen, die auf ungleichmäßigen Windverhältnissen oder sonstigen Einflüssen beruhen, gemildert oder kompensiert werden.

[0024] Weiterhin ist es durch Mesung der – an der Sonnenradwelle (17) – auftretenden Axialkräfte möglich, Aussagen über die aktuellen Betriebsdaten der Anlage, wie Drehmoment, Leistung usw. zu erhalten. Mit Kenntnis die-

ser Daten kann dann entsprechend regelnd bzw. steuernd in den Betriebsablauf eingegriffen werden – z. B. Verstellung des Anstellwinkels der Flügel (12) oder Abschaltung bei Überlast und Gefahr der Zerstörung des Getriebes. Dazu ist vorzugsweise an der axial fest gelagerten Nabe (19) ein Sensor (18) angebracht, der die Kraft aufnimmt mit der die – axial elastisch an der Nabe (19) befestigte – Sonnenradwelle (17) auf die Nabe (19) drückt. Als Sensor (18) ist dafür z. B. eine Kraftmeßdose (auf piezoelektrischen, induktiven o. ä. Prinzipien beruhend) geeignet oder ein Wegaufnehmer, der die Relativbewegungen zwischen der Sonnenradwelle (17) und der Nabe (19) aufnimmt und mittelbar, über die Federkonstante des elastischen Verbindungsgliedes, Aufschluß über die auftretende Kraft gibt.

[0025] Die Planetenradwellen sind auf beiden Seiten der ersten Planetenräder (5) im – mit dem Gehäuse (3) eine integrative Einheit bildenden – Planetenträger gelagert. Auf dem freien Wellenende ist jeweils ein zweites Planetenrad (2) angebracht. Das Gehäuse (3) wird hinter dem zweiten Planetengetriebe (2, 16) durch einen – mit entsprechenden Durchbrüchen versehenen – Lagerdeckel (24) abgeschlossen, der verdrehgesichert im Gehäuse (3) zentriert ist.

[0026] Das Flanschgehäuse (23) umschließt die Stirnstufe (20, 22) und zentriert sich seinerseits verdrehgesichert an einem umlaufenden Absatz des Lagerdeckels (24). Die zum Gehäuse (3) hingelagerten Seiten der Abtriebswelle (21) und der Nabe (19) sind im Lagerdeckel (24) gelagert. Die jeweils zweiten Lagerungen von Abtriebswelle (21) bzw. Nabe (19) sind in die Außenwand des Flanschgehäuses (23) eingebracht. Durch den Einsatz des Lagerdeckels (24) kann beim Flanschgehäuse (23) auf eine horizontale Teilung, die ein Abdichtungsproblem mit sich brächte, verzichtet werden.

[0027] Das Getriebe (1) läßt sich je nach Ausführungsvariante entweder als komplett vormontierte Einheit auf die Plattform (14) aufbauen oder in Stufen montieren. Für Wartungszwecke läßt sich nach Demontage des zentralen Gehäusedeckels auf der Außenseite des Flanschgehäuses (23) das Sonnenrad (16) mitsamt der Sonnenradwelle (17) aus dem Getriebe (1) herausziehen.

[0028] Weiterhin ist es möglich die Funktion, der leicht zugänglichen Lager der nicht umlaufenden Planetenradwellen z. B. über Körperschallmessungen zu überwachen.

[0029] Durch die vorteilhafte Krafteinleitung über ein Hohlrad (6) in die erste Planetengetriebestufe (6, 5), die ohne ein – die Belastbarkeit begrenzendes – Sonnenrad auskommt, ergeben sich günstige Voraussetzungen für die Auslegung, so daß sehr kompakt gebaut werden kann. Die somit nach außen verlagerte Belastungsgrenze und die dadurch optimale Ausnutzung der Werkstoffkennwerte kann durch Einsatzhärten der Zähne des Hohlrades weiter erhöht werden. Bei gleichbleibender Leistungsübertragung und gleicher Übersetzung, ist es durch diese besonders vorteilhafte Maßnahme möglich, die Zahnbreite (6) schmalere auszulagern oder den Durchmesser des Hohlrades (6) zu verkleinern. Dadurch kann das Bauvolumen und das Gewicht des Getriebes weiter verringert werden oder bei gleichen Abmessungen der Bauteile kann mit dem gleichen Getriebe eine größere Leistung übertragen werden.

[0030] Zur Erhöhung der Belastbarkeitsgrenze der Hohlradzähne können auch andere Verfahren der Oberflächenhärtung, wie beispielsweise Induktionshärten, Flammhärten oder kombinierte Verfahren wie das Carbonitrieren bzw. Nitrocarborieren, angewendet werden.

Bezugszeichenliste

1 Getriebe

2 Planetenrad	
3 Gehäuse	
4 Zahnkupplung	
5 Planetenrad	
6 Hohlrad	5
7 Hohlradträger	
7' Hohlradträger (angebaut)	
8 Gehäusedeckel (mit Teilfuge)	
8' Gehäusedeckel (einteilig)	
9 Lager	10
10 Rotor	
11 Rotorkopf	
12 Flügel	
13 Turm	
14 Plattform	15
15 Lager	
16 Sonnenrad	
17 Sonnenradwelle	
18 Sensor	
19 Nabe	20
20 Stirnrad	
21 Abtriebswelle	
22 Ritzel	
23 Flanschgehäuse	
24 Lagerdeckel	25

Planetengetriebebestufen (6, 5, 2, 16) schrägverzahnt sind.

9. Getriebe (1) für Windgeneratoren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die – das Sonnenrad (16) tragende – Sonnenradwelle (17) in Axialrichtung federnd beweglich angebunden ist.

10. Getriebe (1) für Windgeneratoren nach Anspruch 1 und 9, dadurch gekennzeichnet, daß ein Sensor (18) vorgesehen ist, der die Axialkraft der Sonnenradwelle (17) aufnimmt.

11. Getriebe (1) für Windgeneratoren nach einem der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Zähne des Hohlrades (6) oberflächengehärtet sind.

12. Getriebe (1) für Windgeneratoren nach einem der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß am Umfang des Stirnrades (20) zwei oder mehr Abtriebswellen (21) im Flanschgehäuse (23) angeordnet sind, deren Ritzel (22) mit dem Stirnrad (20) kämmen und jeweils einen Generator antreiben.

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

Patentansprüche

1. Getriebe (1) für Windgeneratoren mit einem Rotor (10), der über eine mehrstufige Planetengetriebeanordnung (6, 5, 2, 16) und mindestens eine Stirnradstufe (17, 19) mit mindestens einem Generator in Antriebsverbindung steht, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Rotor (10) im Gehäuse (3, 8, 8') des Getriebes (1) gelagert ist und direkt am Rotor (10) ein Hohlradträger (7, 7') mit einem Hohlrad (6) angeordnet ist. 35
2. Getriebe (1) für Windgeneratoren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Rotor (10) in Gleitlagern (9, 15) geführt ist, und mindestens ein Lager (9, 15) auch Axialkräfte aufnehmen kann, wobei die Lager (9, 15) hydrostatisch anhebbar sind und durch gezielte Ansteuerung einer Ölpumpe in einen Betrieb mit teil- oder voll-hydrodynamischer Schmierung schaltbar sind. 40
3. Getriebe (1) für Windgeneratoren nach Anspruch 1, 45 dadurch gekennzeichnet, daß der Rotor (10) und der Hohlradträger (7) aus einem einteiligen Stück bestehen.
4. Getriebe (1) für Windgeneratoren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Hohlradträger (7) 50 form- und/oder kraftschlüssig mit dem Rotor (10) verbunden ist.
5. Getriebe (1) für Windgeneratoren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Hohlrad (6) durch eine Zahnkupplung (4) mit dem Hohlradträger (7, 7') 55 verbunden ist.
6. Getriebe (1) für Windgeneratoren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Rotor (10) und der Rotorkopf (11), der die Flügel (12) aufnimmt, aus einem einteiligen Stück bestehen. 60
7. Getriebe (1) für Windgeneratoren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die – auf der zur Planetengetriebebestufe (2, 16) hinggerichteten Seite angeordneten – Lagerungen der Stirnradstufe (20, 22) in einem Lagerdeckel (24), der am Gehäuse (3) befestigt ist, auf- 65 genommen sind.
8. Getriebe (1) für Windgeneratoren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Verzahnungen der

